

東北地方における最終氷期末期以降の気候変動の高精度解析(- 湿原堆積物の花粉分析と堆積相からみた気温変化と乾湿変化-)

著者	吉田 明弘
号	50
学位授与番号	2373
URL	http://hdl.handle.net/10097/39432

氏 名・(本 籍)	よし だ あき ひろ 吉 田 明 弘
学 位 の 種 類	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 2 3 7 3 号
学位授与年月日	平 成 19 年 3 月 27 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研 究 科, 専 攻	東北大学大学院理学研究科 (博士課程) 地学専攻
学 位 論 文 題 目	東北地方における最終氷期末期以降の気候変動の高精度解析 (一湿原堆積物の花粉分析と堆積相からみた気温変化と乾湿変化一)
論 文 審 査 委 員	(主査) 助教授 平 野 信 一 教 授 今 泉 俊 文, 日 野 正 輝, 箕 浦 幸 治 教 授 境 田 清 隆, 鈴 木 三 男

論 文 目 次

第1章 はじめに

1.1. 研究史

1.2. 研究目的と調査地域

第2章 研究方法

2.1. 古植生の復元

2.2. 調査地の選定

第3章 青森県八甲田山田代湿原における約13,000年前以降の古環境の変遷

3.1. 調査地の概要

3.2. 湿原堆積物と年代

3.3. 花粉分析

3.4. 局地花粉帯の設定と対比

3.5. 森林植生の変遷

3.6. 田代湿原の古環境の変遷

3.7. まとめ

第4章 岩手県岩手山春子谷地湿原における約12,000年前以降の古環境の変遷

4.1. 地域概観

4.2. 湿原堆積物と堆積年代

4.3. 花粉分析

4.4. 局地花粉帯の設定と対比

4.5. 森林植生の変遷

4.6. 春子谷地湿原の古環境の変遷

4.7. まとめ

第5章 山形県飯豊町谷地平における最終氷期以降の古環境の変遷

5.1. 調査地の概要

5.2. 湿原堆積物と堆積年代

5.3. 花粉分析

5.4. 局地花粉帯の設定

5.5. 森林植生の変遷

5.6. 湿原植生と水分状態の変化

5.7. まとめ

第6章 福島県駒止湿原水無谷地における最終氷期以降の古環境の変遷

6.1. 調査地の概要

6.2. ボーリングコアの層序と層相

6.3. ^{14}C 年代とテフラ分析

6.4. 花粉分析

6.4. 局地花粉帯の設定

6.5. テフラの対比と堆積年代

6.6. 森林植生の変遷と気候変化

6.7. 駒止湿原水無谷地の古環境の変遷

6.8. まとめ

第7章 宮城県花山村大沼湿原における約1,500年前以降の植生変遷と人間活動

7.1. 調査地の概要

7.2. 湿原堆積物と堆積年代

7.3. 花粉分析

7.4. 森林植生と人間活動

7.5. まとめ

第8章 宮城県宮城野海岸平野における完新世の古環境の変遷

8.1. 地域概観と調査地の概要

8.2. コア試料と ^{14}C 年代

8.3. 花粉分析

8.4. 宮城野海岸平野における完新世の植生変遷

8.5. まとめ

第9章 考察

9.1. 東北地方における約15,000年前以降の森林植生の変遷と気候変化

9.2. 東北地方における最終氷期末期以降の定量的な気温変化

9.3. 最終氷期末期におけるYounger Dryas期について

9.4. 湿原の古水文環境からみた東北地方の最終氷期末期以降の乾湿変化

第10章 結論

論文内容要旨

I. はじめに

最終氷期末期以降における日本の気候変動に関する研究は、海域ではおもに放散虫や有孔虫などの分析に基づき、海流の変化や古水温の復元がされている。一方、陸域については、花粉分析に基づく植生変遷から気候変動が推定されてきた。とくに、そのなかでも東北地方は花粉分析学的研究の先駆的な地域である。しかし、年代値に基づく植生変遷や気候変動を議論した研究は少なく、かつ相対的な寒暖変化の把握にとどまるにすぎない。また、汎地球規模の気候変動との関連性やその地域性などについては、十分な議論がなされていない。さらに、乾湿変化については、いくつかの研究で試みられているものの、その概要すら明らかとなっていない。

本研究は、日本における最終氷期末期以降の気候変動の解明を目指し、南北方向に長く、中央部に2,000m級の脊梁山脈が走り、水平・垂直方向の植生変化により微細な気候変動を把握できると考えられる東北地方を調査地域にした。そして、この地域における最終氷期末期以降の気候変動の高精度解析を目的とした。まず、この地域の最終氷期末期以降の植生変遷を明らかにし、定量的な気温変化と相対的な乾湿変化の復元を試みる。さらに、汎地球規模の気候変動と対比し、気候変動の地域性や汎地球規模の気候変動との関連性を検討する。

II. 研究方法

古植生を復元するためにはいくつかの方法があげられるが、本研究では花粉分析を用いた。本研究および既存研究の結果をもとに、東北地方における最終氷期末期以降の森林植生の変遷を明らかにするとともに、次の手法を用いて気候変動を高精度に解析する。

1. 気温変化の復元

古植生から定量的な気候復元を試みた研究はこれまでにいくつか行われているが、近年ベストモダンアナログ法を用いた定量的な気温の復元が行われている。本研究は、この方法を用いて複数の調査地点の花粉分析結果から、最終氷期末期以降の定量的な気温変化を算出する。

2. 乾湿変化の復元

湿原堆積物の層相変化や花粉組成の変化には、湿原内の水分条件の変化が記録されている。低木花粉や草本花粉は飛散距離が小さく、試料採取地点付近の局地的な植生を反映している。したがって、これらの組成変化から、過去の湿原内の詳細な植生を復元でき、湿原内の古水文環境の変遷を解明できる。本研究は湿原における古水文環境の変遷を明らかにし、これらの復元事例の比較からその変化の同時性や同調性に基づき広域的な乾湿変化を推定する。

3. 調査地の選定

調査地には、植生と気候、湿原の古水文環境の復元をするための選定条件を設けた。そして、地形図および空中写真判読、踏査、文献検索などにより、青森県北八甲田山田代湿原、岩手県岩手山春子谷地湿原、宮城県花山村大沼湿原、宮城県宮城野海岸平野沼向地域および岩沼地域、山形県飯豊町谷地平、福島県駒止湿原水無谷地の7地点を選定した。

III. 事例解析

東北地方の7調査地で堆積物を採取し、花粉分析、テフラ分析、 ^{14}C 年代測定を行い、各調査地の古環境を復元した。

1. 青森県八甲田山田代湿原における約13,000年前以降の古環境の変遷

13～11.6kaはカバノキ属の森林が混交する亜寒帯性針葉樹林, 11.6～10.4kaはカバノキ属の森林, 10.4～8.9kaはカバノキ属の森林から冷温帯性落葉広葉樹林への移行期にあたり, 8.9～6.6kaはコナラ亜属の冷温帯性落葉広葉樹林, 6.6ka～現在はブナ属の冷温帯性落葉広葉樹林, 現在はアカマツ二次林やスギ植林である。13kaは寒冷な気候であり, その後次第に温暖化し, 8.9ka以降から現在と同様の気候となった。また, 10.4kaには一時的に寒冷化した。

湿原内では, 8ka以前と4～2kaにはイネ科の草本植生が拡大し, 湿潤となった。8～4kaと2ka以降には湿地林が形成され乾燥した。これらの湿原植生は, 近隣の河川流域の堆積物から示される古水文環境の変化と一致する。

2. 岩手県岩手山春子谷地湿原における約12,000年前以降の古環境の変遷

12～11.5kaはカバノキ属と冷温帯性落葉広葉樹の混交林で, 11.5～9.5kaはカバノキ属の森林から冷温帯性落葉広葉樹林への移行期にあたる。9.5～1.8kaはコナラ亜属の冷温帯性落葉広葉樹林, 1.8～0.2kaは冷温帯性落葉広葉樹林とスギ林, 0.2ka～現在はアカマツ二次林やスギ植林である。気候は12kaでは冷涼であり, 11.5kaから温暖化し, 9.5ka以降は現在と同様の気候になった。

湿原内では, 12kaと9～5ka, 3ka以降にはカヤツリグサ科の草本植生が広がり湿潤であった。約12～9ka, 約5～3kaには乾燥化し, 低木林が湿原内に侵入した。

3. 山形県飯豊町谷地平における最終氷期以降の古環境の変遷

22kaはカバノキ属が多く混交する亜寒帯性針葉樹林, 10～8kaはカバノキ属を主とする森林から冷温帯性落葉広葉樹林への移行期にあたる。8～1kaはブナ属の冷温帯性落葉広葉樹林, 1ka～現在はアカマツ二次林とスギ植林である。気候は22kaには寒冷であり, 10kaから次第に温暖化し, 8ka以降から現在まで温暖である。

湿原内は, 22kaにはカヤツリグサ科の湿原であった。10～5kaは湿潤であり, 5～3kaには乾燥化し湿原が形成した。その後湿潤となり沼地となった。

4. 福島県駒止湿原水無谷地における最終氷期以降の古環境の変遷

40kaには寒冷な気候のもとで亜寒帯性針葉樹林が分布し, 15～13.8kaには冷涼な気候となりカバノキ属と亜寒帯性針葉樹林の混交林となった。13.8～13.3kaには気候の回復によりコナラ亜属とブナ属の冷温帯性落葉広葉樹林となったが, 13.3～11.4kaには寒冷化し, カバノキ属の優占する森林となった。10.7kaには再び気候が回復し, ブナ属の冷温帯性落葉広葉樹林となった。1.2ka以降にはスギ植林が拡大した。

湿原内は, 40～30kaと15～12ka, 4ka以降は湿潤であり, カヤツリグサ科の草本植生が広がっていた。12～4kaには乾燥し低木林が進入した。

5. 宮城県花山村大沼湿原における約1,500年前以降の植生変遷と人間活動

約1.5～0.36kaはブナ・イヌブナの落葉広葉樹林である。その後, 人間活動が活発となり, 0.36～0.15kaはコナラ・ミズナラ二次林, 約0.15～0.05kaはアカマツ二次林とスギ林, 約0.05ka～現在はスギ植林である。

6. 宮城県宮城野海岸平野における完新世の古環境の変遷

10ka以降コナラ属の落葉広葉樹林が分布し, スギもすでに生育していた。8ka以降には局地的な地形環境の変化に伴いニレ属やケヤキ属, スギ属が増加した。1ka以降には人為干渉によりアカマツ二次林やスギ植林が拡大した。また, 後背湿地で水田耕作が行われるようになった。

IV. 考察

最終氷期以降の東北地方における森林植生の変遷, 定量的な気温復元および気候変動の特徴, 相対的

な乾湿変化の復元を検討する。

1. 東北地方における約15,000年前以降の森林植生の変遷

東北地方では、15～14kaには北緯37度の標高1,250m以下の地域から北緯41度付近の標高0mまで、次第に高度を減じながら、カバノキ属の優占する森林が分布し、その上位はマツ属、モミ属、トウヒ属などの亜寒帯性針葉樹林が分布していた。13kaには、全域でカバノキ属を主とする森林が優勢となり、部分的ではあるが南部や低標高部を中心にコナラ亜属、ブナ属などの冷温帯性落葉広葉樹林が分布を開始した。その後、冷温帯性落葉広葉樹林は低標高部を中心に拡大し、8kaには現在の分布域まで達した。2kaになると、太平洋側ではその上位にアオモリトドマツを主とする亜高山帯性針葉樹林が形成されるようになったが、日本海側では積雪や季節風、地形などの条件により亜高山帯性針葉樹林は分布せず、ササやダケカンバ低木林からなる偽高山帯が現在まで続いている。

2. 東北地方の定量的な気温変化とグリーンランドにおける氷床コアの酸素同位体の対比

田代湿原、春子谷地湿原、駒止湿原における花粉分析結果から、定量的な気温の復元を試みた。これらの湿原における復元に基づき、東北地方における最終氷期末期以降の年平均気温の変化を検討した。その結果によれば、東北地方における最終氷期末期の年平均気温は、現在より平均約7～9℃低下していた。11～8.5kaには、年平均気温が約7℃上昇した。その後、現在までの年平均気温は約1～2℃の気温差があるものの、ほぼ現在と同様の気温であった。

3. 最終氷期末期のYounger Dryas期について

最終氷期末期の東北地方では、一時的に気候が寒冷化し、カバノキ属の森林が再拡大した時期があった。この寒冷化は、北大西洋地域におけるYounger Dryas期に対比される。今回得られた東北地方におけるYounger Dryas期の年代と長野県の野尻湖、北海道の歯舞湿原や剣淵盆地におけるその年代とを比較した結果、南と北で約2,000～3,000年の年代差があり、その年代は高緯度になるにつれて遅れる傾向があることが明らかとなった。

4. 湿原の古環境変遷からみた東北地方の最終氷期末期以降の乾湿変化

田代湿原、春子谷地湿原、谷地平、駒止湿原で復元された古水文環境の対比から、東北地方における最終氷期末期以降の気候の乾湿変化を検討した。東北地方における最終氷期末期以降の気候の乾湿変化をみると、15～10kaには相対的に湿潤であった。4kaまでは相対的に乾燥し、4ka～現在は相対的に湿潤になった。これらの変化の時期は、日本や北大西洋地域の気温変化の時期と関連性がある。

論文審査の結果の要旨

本研究は、花粉分析に基づく古植生の復元から日本の最終氷期末期以降の気候変動を明らかにし、それを汎地球規模の気候変動と対比しその地域性や関連性を検討したものである。その際対象地域としたのは、南北方向に長く、中央部に2,000m級の山脈が走り、水平・垂直方向の植生変化により微細な気候変動を把握できる東北地方である。

第2章では、復元される古植生のうち高木花粉組成から定量的な気温変化の解明手法、低木と草本花粉および湿原堆積物の層相変化から湿原内の相対的な乾湿変化の復元手法について詳細に示した。その上で、古植生の復元をするための有効な条件を提示し7地点（八甲田山田代湿原、岩手山春子谷地湿原、宮城県花山村大沼湿原、宮城野海岸平野沼向および岩沼地域、山形県飯豊町谷地平、福島県駒止湿原水無谷地）を選定した。

第3～8章では、7地点毎に得られた各試料の層相変化と花粉分析結果の記載および、テフラ分析と¹⁴C年代測定から解明した堆積物の年代決定方法について論じた。その結果、田代では13,000年前、春子谷地12,000年前、谷地平22,000年前、駒止15,000年前、大沼1,500年前、宮城野海岸平野10,000年前から現在に至るまでの詳細な植生変化と湿原の水文環境が明らかになった。

第9章では前章までで解明した古環境の変遷事例と東北地方の既存研究事例も加え、約15,000年前以降の標高および緯度帯ごとの森林植生の変遷を示した。加えて、田代、春子谷地および駒止の3湿原の気温変化から、最終氷期末期の平均気温が現在より7～9℃低下、11,000～8,500年前には約7℃上昇した後現在の気温に至ったこと、また最終氷期以降の温暖化の過程で、Younger Dryas 期を読み取り、高緯度になるにつれ遅れる傾向を指摘した。さらに、古水文環境の対比から東北地方では15,000～10,000年前に湿潤、4,000年前までには乾燥、それ以降は湿潤になったという相対的な変化を明らかにした。

以上の成果は、花粉分析から古植生の復元をし、定量的な気温変化および相対的な乾湿変動が明らかにできることを示したものであり、得られた多くの新知見とともに、著者が独立して研究活動を行なうに必要な高度の研究能力と学識を有していることを示す。したがって吉田明弘提出の論文は博士（理学）の学位論文として合格と認める。